

2001 P 204 99



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 199 55 044 A 1

(51) Int. Cl. 7:

G 01 S 5/00

G 01 C 21/02

G 01 C 17/04

G 01 S 3/14

(21) Aktenzeichen: 199 55 044.1

(22) Anmeldetag: 15. 11. 1999

(43) Offenlegungstag: 9. 8. 2001

## (71) Anmelder:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
53175 Bonn, DE

## (74) Vertreter:

von Kirschbaum, A., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82110  
Germering

## (72) Erfinder:

Angermann, Michael, Dipl.-Ing., 82166 Gräfelfing,  
DE; Steingass, Alexander, Dipl.-Ing., 82205  
Gilching, DE; Robertson, Patrick, Dr., 82541  
Münsing, DE

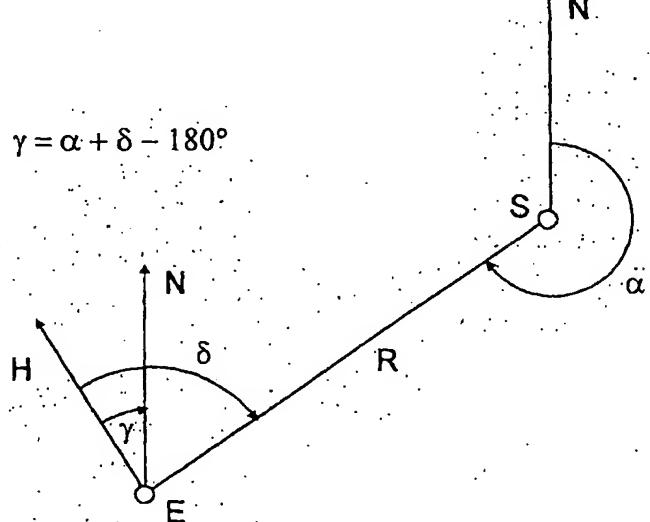
## (56) Entgegenhaltungen:

DE 35 26 564 A1  
GRAUBAU, R., PFAFF, K.: Funkpeiltechnik, 1989,  
Franck'sche Verlagshandlung, W., Keller & Co.  
Stuttgart, ISBN 3-440-05991-X, S. 97, 344-347;**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## (54) Verfahren zur Bestimmung der Orientierung einer definierten azimutalen Richtung einer Navigationseinrichtung und Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens

(57) Beim Verfahren nach der Erfindung wird der Winkel  $\gamma$  zwischen einer definierten azimutalen Hauptrichtung (H) einer Navigationseinrichtung (E) und einer festgelegten geographischen Himmelsrichtung, vorzugsweise der Nordrichtung (N), dadurch ermittelt, daß erstens von einer Sendestation (S) eine omnidirektionale Strahlung ausgestrahlt wird, die von einer Peileinrichtung der Navigationseinrichtung zur Bestimmung des Winkels  $\delta$  zwischen der Hauptrichtung und der Richtung (R) zur Sendestation genutzt wird, daß zweitens von der Sendestation umlaufend eine gerichtete Strahlung ausgestrahlt wird, die in der festgelegten geographischen Himmelsrichtung den Beginn einer ihre momentane Umlaufwinkelposition angebenden Funktion enthält und in der Navigationseinrichtung durch Auswertung dieser Funktion zur Bestimmung desjenigen Winkels  $\alpha$  genutzt wird, unter welchem sich die Navigationseinrichtung in bezug auf die festgelegte geographische Himmelsrichtung befindet. Durch mathematische Kombination der beiden Winkel  $\delta$  und  $\alpha$  wird der Winkel  $\gamma$  ermittelt. Anwenden läßt sich das Verfahren z. B. im Rahmen eines Reiseplanungssystems, bei dem die Navigationseinrichtungen mitgeführte Informationsgeräte sind.



DE 199 55 044 A 1

DE 199 55 044 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Orientierung einer definierten azimutalen Hauptrichtung einer sich in einem geschlossenen oder offenen Raum befindenden Navigationseinrichtung, die von einer Sendestation in den Raum ausgestrahlte elektromagnetische Wellen oder Ultraschallwellen empfängt und diesbezüglich auswertet.

Außerdem betrifft die Erfindung Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens.

Aus der Funknavigationstechnik sind insbesondere für die Luftfahrt verschiedene Verfahren und Systeme zur Richtungsfindung bekannt.

Beim bekannten Funkpeilverfahren (ADF; Automatic Detection Finding) wird von einer Bodenstation als sogenanntes Funkfeuer eine Hochfrequenz-Trägerschwingung ausgestrahlt. Diese kann unmoduliert sein oder eine Kennung des Funkfeuers beinhalten. Ein Bordempfänger ermittelt seine Orientierung mittels einer sogenannten Kreuzantenne. Hierbei wird der Winkel zwischen einer definierten Hauptachse der Antenne und dem eintreffenden Strahl ermittelt. Der Nachteil bei diesem Verfahren ist, daß der Bordempfänger zwar ermitteln kann, in welcher azimutalen Richtung die ausstrahlende Bodenstation zu ihm steht, ihm aber aus dem Peilergebnis nicht bekannt gemacht wird, in welcher Richtung Norden ist.

Beim ebenfalls hauptsächlich in der Luftfahrt angewandten Drehfunkfeuerverfahren (VOR; VHF Omnidirectional Radio Range) sendet ein VOR-Sender seine Strahlungen auf zwei Frequenzen aus. Auf der einen sendet er ein kurzes Signal in alle Richtungen rundum (omnidirektional) und anschließend strahlt er auf der anderen Frequenz ein Signal mit einem gerichteten Strahl in Nordrichtung aus, der sich langsam im Uhrzeigersinn dreht. Ein auf dieses System abgestellter Bordempfänger kann nun die Zeitspanne messen, die vom Empfang des omnidiagonalen ausgestrahlten Signals bis zum Empfang des gerichtet ausgestrahlten Signals vergeht. Aus dieser Zeitspanne und der Drehgeschwindigkeit kann im Bordempfänger der Raumsektor ermittelt werden, in welchem sich der Bordempfänger gerade befindet. Hierbei besteht jedoch der Nachteil, daß der Bordempfänger nichts über seine eigene Orientierung im Raum erfährt. Die Nordrichtung muß von ihm selbst bestimmt werden.

Das VOR-Verfahren und das ADF-Verfahren haben auch beide den Nachteil, daß es sich um Verfahren in analoger Technik aus der Luftfahrt handelt. Dementsprechend schlecht arbeiten sie unter Indoor-Bedingungen, da Reflexionen der Senderstrahlungen an den Wänden auf die notwendigerweise schmalbandigen Signale schlimme Auswirkungen haben. Die Verwendung dieser bekannten Verfahren im Indoor-Bereich ist somit sehr kritisch. Ebenso ist diesen beiden Verfahren gemein, daß sie zur Bestimmung der Nordrichtung nicht geeignet sind. Da sie in der Luftfahrt verwendet werden, bei der ein Magnet- oder Kreiselkompaß üblich ist, ist dies jedoch kein ernsthaftes Problem. Diese Funkfeuer werden als "Überflugpunkte" auf Luftstraßen eingesetzt, so daß es in aller Regel ausreicht, den Kurs zum Funkfeuer zu kennen.

Als Navigationseinrichtung ist auch der GPS(Global Positioning System)-Kompaß bekannt. Hierbei ermittelt ein Empfänger den Ort von mindestens zwei Antennen, die in festem Abstand zueinander montiert sind. Er kann somit die Nordrichtung ausfindig machen. Ein Nachteil hierbei ist, daß mindestens vier Satelliten sichtbar sein müssen. Für eine Indoor-Anwendung ist dies nicht möglich. Daher müßten mindestens vier Pseudo-Strahlungsquellen im Raum montiert werden, was einen beachtlichen Aufwand und erhebliche damit verbundene Kosten verursacht.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Richtungserkennungsverfahren zu schaffen, das es einem die elektromagnetische Strahlung oder Ultraschallstrahlung einer Sendestation in einem geschlossenen oder offenen Raum empfangenden Na-

- 5 vigationseinrichtung ermöglicht, nicht nur die Winkellage in bezug auf diese Sendestation, sondern auch auf eine festgelegte geographische Himmelsrichtung, vorzugsweise die Nordrichtung, zu ermitteln. Dadurch soll insbesondere sichergestellt werden, daß eine die Navigationseinrichtung
- 10 tragende Person in einem Raum innerhalb eines Gebäudes über die ihr von der Sendestation mitgeteilte örtliche Position stets auch zuverlässig die azimutrichtungsmäßige Lage der Navigationseinrichtung im Raum erkennen kann. Außerdem sollen durch die Erfindung vorteilhafte Einrichtungen 15 zur Durchführung eines solchen Verfahrens geschaffen werden.

Gemäß der Erfindung, die sich auf ein Verfahren der ein-

- gangs genannten Art bezieht, wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß von der Sendestation zum einen eine omnidirektionale Strahlung ausgestrahlt wird, die von einer Peileinrichtung der empfangenden Navigationseinrichtung zur Bestimmung des Winkels  $\delta$  zwischen der Hauptrichtung und der Richtung zur Sendestation genutzt wird, daß von der Sendestation zum anderen in der Azimutebene umlaufend 25 eine gerichtete Strahlung ausgestrahlt wird, die in einer festgelegten geographischen Himmelsrichtung, vorzugsweise in der Nordrichtung, den Beginn einer ihre momentane Umlaufwinkelposition angebenden Funktion enthält und in der empfangenden Navigationseinrichtung durch Auswertung 30 dieser Funktion zur Bestimmung desjenigen Winkels  $a$  genutzt wird, unter welchem sich die Strecke zwischen dem Ort der empfangenden Navigationseinrichtung und der Sendestation in bezug auf die festgelegte geographische Himmelsrichtung befindet, und daß durch Kombination der beiden Winkel  $\delta$  und  $a$  mit Hilfe des mathematischen Zusammenhangs

$$\gamma = a + \delta - 180^\circ$$

- 40 ermittelt wird, in welchem Winkel  $\gamma$  die definierte Hauptrichtung der empfangenden Navigationseinrichtung zur festgelegten geographischen Himmelsrichtung steht.

In vorteilhafter Weise sind der omnidirektionale von der Sendestation ausgestrahlten Strahlung Datensignale aufgeprägt, welche zur Positionsermittlung in der empfangenden Navigationseinrichtung verwendet werden können (sogenannte Beacon-Funktion).

- 45 Die empfangende Navigationseinrichtung ist in zweckmäßiger Weise ein im Rahmen eines Reiseplanungssystems 50 verwendetes mobiles drahtloses Informationsgerät, das von einer Person mitgeführt wird, der Planung und dem Ablauf einer Reise dient und dazu Positionsdaten aufnimmt und verarbeitet, die außer von den im Raum befindlichen, der Peilung dienenden Sendestationen auch von weiteren Positionsermittlungseinrichtungen stammen können, die einen Navigationsservice zur Verfügung stellen.

- 55 Durch das Verfahren nach der Erfindung wird beim Einsatz von solchen Reiseplanungssystemen die Ausgabe einer Richtungsanweisung an eine Person durch das drahtlose Informationsgerät ermöglicht, da nicht nur dessen Position, sondern auch dessen azimutale Orientierung im Raum dann bekannt ist. Richtungsanweisungen wie beispielsweise "Ge- 60 hen Sie nach rechts" sind dann zum Erreichen eines örtlichen Ziels möglich.

- 65 Die erwähnten weiteren Positionsermittlungseinrichtungen können Baken sein, die mit dem Rechnerbetriebsprogramm "Jini" betrieben werden, und/oder Baken sein, die in Lampen untergebracht sind. Derartige Baken arbeiten dann

bei der Positionsermittlung des Informationsgerätes im Rahmen eines Reiseplanungssystems mit den auch für die Richtungspeilung eingesetzten Sendestationen in Kombination zusammen.

Wird beim Verfahren nach der Erfindung mit elektromagnetischen Wellen gearbeitet, so kommen dafür vor allem hochfrequente Funkwellen, insbesondere im Frequenzbereich der Zentimeterwellen, und Wellen im Infrarot-Bereich in Betracht.

Eine erste Realisierungsform des Verfahrens nach der Erfindung besteht darin, daß von der Sendestation durch die omnidirektionale Strahlung periodisch ein CDMA (Code Division Multiple Access; Codemultiplex)-Codewort ausgestrahlt wird. Dabei können dem CDMA-Codewort zusätzlich auch noch Daten aufgeprägt sein, die insbesondere der Positionsermittlung in der empfangenden Navigationseinrichtung dienen (Beacon-Funktion). Bei dieser Realisierungsform wird durch die gerichtete Strahlung gleichzeitig ein zweites CDMA-Codewort abgestrahlt, wobei der Beginn der beiden CDMA-Codewörter immer zeitsynchron liegt.

Die gerichtete Abstrahlung wird dabei so vorgenommen, daß der Strahl stets zum Codewortanfang in Richtung der festgelegten geographischen Richtung, also vorzugsweise in Nordrichtung, zeigt und sich bis zum nächsten Codewortanfang einmal um 360 Grad dreht, wodurch die momentane Umlaufwinkelposition angegebende Funktion zur Bestimmung des Winkels  $\alpha$  gebildet wird. Vorteilhaft ist das durch die gerichtete Strahlung abgestrahlte zweite CDMA-Codewort orthogonal zu dem durch die omnidirektionale Strahlung periodisch ausgestrahlten CDMA-Codewort. Die empfangende Navigationseinrichtung, die vorher bereits den Träger der omnidirektionalen Strahlung synchronisiert hat, entspreizt das in der gerichteten Strahlung enthaltene CDMA-Signal durch Korrelation und bestimmt somit den Winkel  $\alpha$ , unter welchem sich die Strecke zwischen dem Ort der empfangenden Navigationseinrichtung und der Sendestation in bezug auf die festgelegte geographische Richtung, also vorzugsweise die Nordrichtung, befindet.

Anstelle der Übertragung mit CDMA-Codewörtern kann auch eine Übertragung mit FDMA (Frequency Division Multiple Access; Frequenzmultiplex), TDMA (Time Division Multiple Access; Zeitmultiplex), SDMA (Space Division Multiple Access; Raummultiplex) oder Kombinationen davon vorgenommen werden.

Zur Positionsbestimmung der empfangenden Navigationseinrichtung kann in vorteilhafter Weise eine Kreuzpeilung mit zwei Sendestationen vorgenommen werden.

Bei Verwendung von Funkwellen kann eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung so ausgebildet werden, daß als Peileinrichtung der empfangenden Navigationseinrichtung zur Bestimmung des Winkels  $\delta$  zwischen der Hauptrichtung und der Richtung zur Sendestation eine Kreuzantenne oder eine intelligente Antenne vorgesehen ist. Zur Bildung der gerichteten Strahlung in der Sendestation kann bei der Verwendung von Funkwellen eine drehbare Richtantenne oder eine sogenannte smarte Antenne vorgesehen sein.

Eine zweite Realisierungsform einer Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung ist so ausgebildet, daß die Sendestation aus im Infrarot-Bereich wirksamen Lumineszenzdioden, sogenannten LEDs, besteht, die ihre Lichtstrahlung in verschiedene Raumrichtungen ausspielen. Die im Infrarot-Bereich wirksamen Lumineszenzdioden können dabei zur Vereinfachung der Richtungsbestimmung in die einzelnen Raumrichtungen unterschiedliche CDMA-Codewörter versenden. Auf der empfangenden Navigationseinrichtung ist bei dieser zweiten Realisierungs-

form eine für Infrarot-Strahlung durchlässige Kuppel angebracht, welche die obere Hemisphäre in eine Ebene abbildet. Unter der durchlässigen Kuppel befindet sich ein für Infrarot-Strahlung sensitives Halbleiterfeld, das derart segmentiert ist, daß die Einfallsrichtung der von der Sendestation kommenden Infrarot-Strahlung bestimmbar ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm zur Verdeutlichung der mit Hilfe des Verfahrens nach der Erfindung durchführbaren Peilung der Nordrichtung,

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer mit Infrarot-Peilung in einem Raum arbeitenden Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung,

Fig. 3 eine schematische Ansicht der Einrichtung von Fig. 2 von oben, und

Fig. 4 eine schematische Seitenansicht einer für Infrarot-Strahlung durchlässigen, in der Einrichtung von Fig. 2 und 3 verwendeten Kuppel zur Aufnahme entweder von LEDs oder von Detektoren.

Anhand von Fig. 1 wird das Prinzip des Verfahrens für Funkwellen beschrieben. Eine Sendestation S in einem Raum innerhalb eines Gebäudes strahlt periodisch omnidirektional ein CDMA-Codewort aus, dem zur Erfüllung einer Beacon-Funktion zu Positionsermittlungszwecken auch noch Daten aufgeprägt sein können. Die Ausstrahlung wird in vorteilhafter Weise mit einer hohen Trägerfrequenz, z. B. bei 20 GHz, vorgenommen, damit die Signale durch die Luftabsorption möglichst schnell gedämpft werden. Ebenso

können solche Wellen die Wände eines Raumes in der Regel nicht durchdringen. Eine empfangende Navigationseinrichtung E kann den Winkel  $\delta$  mit Hilfe einer Kreuzantenne oder einer intelligenten Antenne bestimmen. Der Winkel  $\delta$  ist bei der Navigationseinrichtung E der Winkel zwischen einer definierten Hauptrichtung H dieser Navigationseinrichtung E und der Richtung R der Strecke zur Sendestation S.

Die empfangende Navigationseinrichtung E kann ein im Rahmen eines Reiseplanungssystems verwendetes mobiles drahtloses Informationsgerät sein, das von einer Person mitgeführt wird, der Planung und dem Ablauf einer Reise dient und dazu Positionsdaten aufnimmt und verarbeitet, die außer von den im Raum befindlichen, der Peilung dienenden Sendestationen auch von weiteren Positionsermittlungseinrichtungen stammen können, die einen Navigationsservice zur Verfügung stellen.

Gleichzeitig mit dem erwähnten CDMA-Codewort wird von der Sendestation S ein zweites, möglichst orthogonales Codewort mit einer Richtantenne in ähnlicher Weise wie beim VOR-Drehfunkfeuer abgestrahlt. Hierbei liegt der Beginn der beiden Codewörter immer zeitsynchron. Diese gerichtete Abstrahlung von der Sendestation S geschieht, indem der Strahl stets zum Codewortanfang in Nordrichtung N zeigt. Bis zum nächsten Codewort-Anfang dreht er sich einmal um 360 Grad. Diese Richtstrahldrehung läßt sich mit einer drehbaren Richtantenne oder einer sogenannten Smart-Antenne realisieren.

Die empfangende Navigationseinrichtung E, die bereits den omnidirektionalen Träger synchronisiert hat, kann den gerichteten Strahl durch Korrelation entspreizen und somit bestimmen, in welchem Raumsegment er sich befindet. Die Navigationseinrichtung E stellt somit den Winkel  $\alpha$  fest, der zwischen der Nordrichtung N und der Richtung R der die Navigationseinrichtung E und die Sendestation S verbindenden Strecke besteht. Durch eine Kombination der Winkel  $\delta$  und  $\alpha$  kann in der Navigationseinrichtung E ermittelt werden, unter welchem Winkel  $\gamma$  die Hauptrichtung H der Navigationseinrichtung E zur Nordrichtung N z. B. von einer Person im Augenblick gehalten wird. Auf diese Weise wird

in der Navigationseinrichtung E eine echte Kompaßfunktion realisiert, abgesehen von der Möglichkeit einer Positionsermittlung. Der mathematische Zusammenhang lautet folgendermaßen:

$$\gamma = \alpha + \delta - 180^\circ.$$

Bei der im folgenden, anhand der Fig. 2 bis 4 erläuterten Realisierungsform wird nicht auf Funkwellen, sondern auf Infrarot-Strahlern zurückgegriffen. Das Funktionsprinzip ist aber im Prinzip ähnlich zu der vorher anhand der Fig. 1 beschriebenen Realisierungsweise unter Verwendung von Funkwellen.

Die beispielsweise an der Decke D eines Raumes angebrachte Sendestation S besteht hier vorzugsweise aus für die Abgabe von Infrarot-Strahlung ausgelegten Lumineszenzdioden L, die auch unter der Bezeichnung "LED's" ein Begriff sind und die in verschiedene Raumrichtungen strahlen. Eine derartige Ausführung in Sendesegmenten A, die unter einer bezüglich Infrarot-Strahlung durchlässigen Kuppel K untergebracht sind, ist besonders vorteilhaft, da eine solche Sendestation S äußerst kostengünstig und einfach zu realisieren ist. Es sind auch Ausführungen möglich, bei denen die Lumineszenzdioden in die einzelnen Raumrichtungen unterschiedliche Codewörter versenden und somit die Richtungsbestimmung durch eine die Infrarot-Strahlung empfangende Navigationseinrichtung E vereinfachen.

An der mobilen empfangenden Navigationseinrichtung E ist eine für Infrarot-Strahlung durchlässige Kuppel K montiert, welche die obere Hemisphäre in eine Ebene abbildet. Unter dieser Kuppel befindet sich ein hinsichtlich Infrarot-Strahlung sensibler Halbleiter, der rundum in Empfangssemente B mit Infrarot-Detektoren aufgeteilt ist und somit die Einfallrichtung bestimmen kann. Eine Spreizung des Signals mittels CDMA-Codewörtern bewirkt auch hier eine gute Verwendbarkeit im Indoor-Bereich sowie eine gute Unterdrückung der Hintergrundstrahlung.

In Fig. 4 ist eine für Infrarot-Strahlung durchlässige Kuppel K genauer dargestellt, die entweder für die Sendestation S verwendet werden kann und dann in Sendesegmenten A angeordnete Infrarot-Lumineszenzdiode L einschließt oder die in äußerlich gleicher Form für die empfangende Navigationseinrichtung E benutzt werden kann und in diesem Fall in Empfangssementen B angeordnete Infrarot-Detektoren P aus Halbleitermaterial einfäßt. Die gestrichelt eingezeichneten Linien entsprechen Sendesegmenten A bzw. Empfangssementen B.

#### Bezugszeichenliste

A Sendesegmente	50
B Empfangssemente	
D Decke	
E Empfangende Navigationseinrichtung	
F Infrarot-Detektor	
H Hauptrichtung der Navigationseinrichtung	55
K Kuppel	
L Lumineszenzdioden (LEDs)	
N Nordrichtung	
R Richtung zur Sendestation	60
S Sendestation	
$\alpha, \delta, \gamma$ Winkel	

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Orientierung einer definierten azimutalen Hauptrichtung einer sich in einem geschlossenen oder offenen Raum befindenden

Navigationseinrichtung, die von einer Sendestation in den Raum ausgestrahlte elektromagnetische Wellen oder Ultraschallwellen empfängt und diesbezüglich auswertet, dadurch gekennzeichnet, daß von der Sendestation (S) zum einen eine omnidirektionale Strahlung ausgestrahlt wird, die von einer Peileinrichtung der empfangenden Navigationseinrichtung (E) zur Bestimmung des Winkels  $\delta$  zwischen der Hauptrichtung (H) und der Richtung (R) zur Sendestation genutzt wird, daß von der Sendestation zum anderen in der Azimutebene umlaufend eine gerichtete Strahlung ausgestrahlt wird, die in einer festgelegten geographischen Himmelsrichtung, vorzugsweise in der Nordrichtung (N), den Beginn einer ihre momentane Umlaufwinkelposition angebenden Funktion enthält und in der empfangenden Navigationseinrichtung durch Auswertung dieser Funktion zur Bestimmung desjenigen Winkels  $\alpha$  genutzt wird, unter welchem sich die Strecke zwischen dem Ort der empfangenden Navigationseinrichtung und der Sendestation in bezug auf die festgelegte geographische Himmelsrichtung befindet, und daß durch Kombination der beiden Winkel  $\delta$  und  $\alpha$  mit Hilfe des mathematischen Zusammenhangs

$$\gamma = \alpha + \delta - 180^\circ$$

ermittelt wird, in welchem Winkel  $\gamma$  die definierte Hauptrichtung der empfangenden Navigationseinrichtung zur festgelegten geographischen Himmelsrichtung steht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der omnidirektionale von der Sendestation (S) ausgestrahlten Strahlung Datensignale aufgeprägt sind, welche zur Positionsermittlung in der empfangenden Navigationseinrichtung (E) verwendet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetischen Wellen hochfrequente Funkwellen sind.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die hochfrequenten elektromagnetischen Wellen im Frequenzbereich der Zentimeterwellen liegen.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetischen Wellen im Infrarot-Bereich liegen.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von der Sendestation (S) durch die omnidirektionale Strahlung periodisch ein CDMA (Code Division Multiple Access; Codemultiplex)-Codewort ausgestrahlt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem CDMA-Codewort zusätzlich auch noch Daten aufgeprägt sind, die insbesondere der Positionsermittlung in der empfangenden Navigationseinrichtung (E) dienen (Beacon-Funktion).

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch die gerichtete Strahlung gleichzeitig ein zweites CDMA-Codewort abgestrahlt wird, wobei der Beginn der beiden CDMA-Codewörter immer zeitsynchron liegt, und daß die gerichtete Abstrahlung so vorgenommen wird, daß der Strahl stets zum Codewortanfang in Richtung der festgelegten geographischen Richtung, also vorzugsweise in Nordrichtung (N), zeigt und sich bis zum nächsten Codewortanfang einmal um 360 Grad dreht, wodurch die die momentane Umlaufwinkelposition angebende Funktion zur Bestimmung des Winkels  $\alpha$  gebildet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das durch die gerichtete Strahlung abgestrahlt

zweite CDMA-Codewort orthogonal zu dem durch die omnidirektionale Strahlung periodisch ausgestrahlten CDMA-Codewort ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die empfangende Navigationseinrichtung (E), die vorher bereits den Träger der omnidirektionalen Strahlung synchronisiert hat, das in der gerichteten Strahlung enthaltene CDMA-Signal durch Korrelation entspreizt und somit den Winkel  $\alpha$  bestimmt, unter welchem sich die Strecke zwischen dem Ort der empfangenden Navigationseinrichtung (E) und der Sendestation (S) in bezug auf die festgelegte geographische Richtung, also vorzugsweise die Nordrichtung (N), befindet.

11. Verfahren nach den Ansprüchen 6 bis 10, dadurch 15 gekennzeichnet, daß anstelle der Übertragung mit CDMA-Codewörtern eine Übertragung mit FDMA (Frequency Division Multiple Access; Frequenzmultiplex), TDMA (Time Division Multiple Access; Zeitmultiplex), SDMA (Space Division Multiple Access; Raummultiplex) oder Kombinationen davon vorgenommen wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Positionsbestimmung der empfangenden Navigationseinrichtung 25 (E) eine Kreuzpeilung mit zwei Sendestationen (S) vorgenommen wird.

13. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit Ausnahme des Anspruchs 5, dadurch gekennzeichnet, daß 30 bei Verwendung von Funkwellen als Peileinrichtung der empfangenden Navigationseinrichtung (E) zur Bestimmung des Winkels  $\delta$  zwischen der Hauptrichtung (H) und der Richtung (R) zur Sendestation (S) eine Kreuzantenne oder eine intelligente Antenne vorgesehen ist.

14. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 mit Ausnahme des Anspruchs 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung von Funkwellen zur Bildung der gerichteten 40 Strahlung in der Sendestation (S) eine drehbare Richtantenne oder eine sogenannte smarte Antenne vorgesehen ist.

15. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die 45 Sendestation (S) aus im Infrarot-Bereich wirksamen Lumineszenzdioden (L), d. h. sogenannten LEDs, besteht, die ihre Lichtstrahlung in verschiedene Raumrichtungen ausstrahlen.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die im Infrarot-Bereich wirksamen Lumineszenzdioden (L) in die einzelnen Raumrichtungen unterschiedliche CDMA-Codewörter versenden.

17. Einrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch 55 gekennzeichnet, daß auf der empfangenden Navigationseinrichtung (E) eine für Infrarot-Strahlung durchlässige Kuppel (K) angebracht ist, welche die obere Hemisphäre in eine Ebene abbildet, und daß sich unter der durchlässigen Kuppel ein für Infrarot-Strahlung sensitives Halbleiterfeld befindet, das derart segmentiert ist, daß die Einfallsrichtung der von der Sendestation (S) kommenden Infrarot-Strahlung bestimmbar ist.

18. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die empfangende Navigationseinrichtung 65 (E) ein im Rahmen eines Reiseplanungssystems verwendetes mobiles drahtloses Informationsgerät ist, das von einer Person mitgeführt wird, der Planung und dem

Ablauf einer Reise dient und dazu Positionsdaten aufnimmt und verarbeitet, die außer von den im Raum befindlichen, der Peilung dienenden Sendestationen auch von weiteren Positionsermittlungseinrichtungen stammen können, die einen Navigationsservice zur Verfügung stellen.

19. Einrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die weiteren Positionsermittlungseinrichtungen Baken sind, die mit dem Rechnerbetriebsprogramm "Jini" betrieben werden, und/oder Baken sind, die in Lampen untergebracht sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

$$\gamma = \alpha + \delta - 180^\circ$$

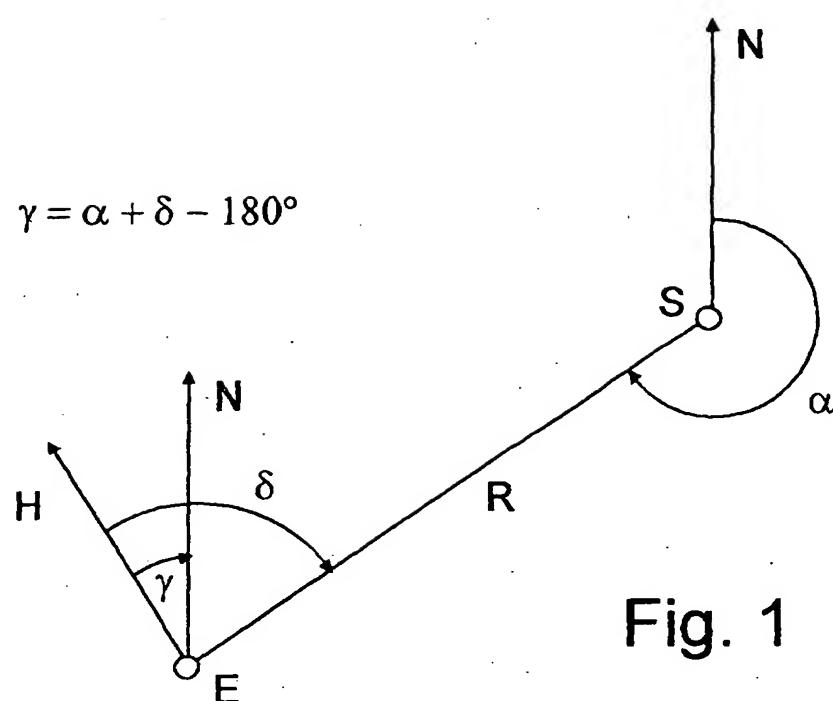


Fig. 1

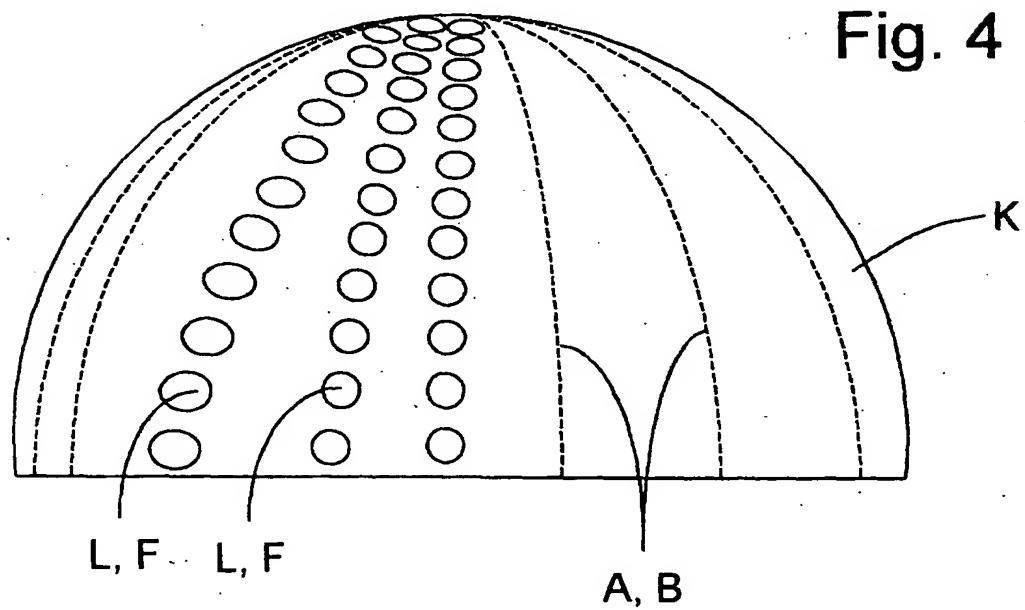


Fig. 4

